

Введение 8

Глава 1. Вспомогательная небесная сфера. 9

1.1. Определение, основные задачи и краткая история мореходной астрономии 9

1.2. Общая характеристика Вселенной. 14

1.3. Общая характеристика планеты Земля.. 15

1.4. Вспомогательная небесная сфера: основные точки, линии и плоскости.. 18

Контрольные вопросы. 23

Глава 2. Сферические координаты светил... 26

2.1. Общие положения 26

2.2. Горизонтная система сферических координат светил. 26

2.3. Первая экваториальная система сферических координат светил 29

2.4. Вторая экваториальная система сферических координат светил.. 32

2.5. Эклиптическая система сферических координат светил.. 36

2.6. Изменение сферических координат светил:.. 37

2.6.1. Вследствии суточного вращения Земли. 37

2.6.2. Вследствии собственного движения светил по своим орбитам 38

2.6.3. Вследствии перемещения наблюдателя (судна) по поверхности Земли 39

2.6.4. Методика построения вспомогательной небесной сферы для широты конкретного наблюдателя и нанесения на нее светил по их координатам. 41

2.6.5. Условия задач для нанесения светил на ВНС и расчета их сферических координат 44

Контрольные вопросы. 45

Глава 3. Видимое движение небесных светил.. 48

3.1. Видимое суточное движение небесных светил. 48

3.1.1. Общая характеристика суточного движения звезд. 48

3.1.2. Условия восхода и захода небесных светил 50

3.1.3. Условие прохождения небесного светила через зенит наблюдателя 51

3.2. Особенности видимого суточного движения небесных светил.. 51

3.2.1. Для наблюдателя на экваторе ($\varphi = 0^\circ$). 51

3.2.2. Для наблюдателя на полюсе ($\varphi = 90^\circ$). 52

3.3. Видимое годовое движение Солнца. 53

3.3.1. Общая характеристика Солнца.	53
3.3.2. Внешние проявления и причины годового движения Солнца	54
3.3.3. Общие явления, обусловленные годовым движением Солнца..	56
3.3.4. Явления, связанные с движением Солнца для наблюдателей в различных широтах.	57
3.4. Собственное движение Луны..	61
3.4.1. Общая характеристика Луны	61
3.4.2. Характер собственного движения Луны..	62
3.4.3. Фазы Луны и ее возраст.	63
3.4.4. Лунные и солнечные затмения	66
3.5. Собственное движение планет	67
3.5.1. Общая характеристика планет Солнечной системы.	67
3.5.2. Особенности собственного движения планет.	68
Контрольные вопросы.	70
Глава 4. Основы измерения времени...	73
4.1. Время и принцип его измерения	73
4.1.1. Общие положения..	73
4.1.2. Звездное время.	76
4.1.3. Солнечное время..	78
4.1.4. Единицы измерения времени	80
4.2. Системы счета времени.	82
4.2.1. Местное (меридианное) время	82
4.2.2. Всемирное (гринвичское) время.	83
4.2.3. Поясное время	85
4.2.4. Декретное, летнее и судовое время	86
4.3. Демаркационная линия времени.	87
4.4. Поправки измерителей времени.	88
4.4.1. Методика определения поправки рабочих часов по сличению с хронометром	91
4.4.2. Задачи на вычисление поправки часов по сличению с хронометром.	92
4.4.3. Задачи на вычисление суточного хода хронометра и его поправки.	94
4.4.4. Определение всемирного времени.	95

Контрольные вопросы. 96

Глава 5. Морской астрономический ежегодник.. 99

5.1. Построение и содержание МАЕ... 99

5.2. Определение по МАЕ часовых углов и склонений звезд. 101

5.3. Определение по МАЕ часовых углов и склонений Солнца. 103

4

5.4. Особенности определения по МАЕ часовых углов и склонений Луны и навигационных планет 105

5.4.1. Определение по МАЕ часового угла и склонения Луны 105

5.4.2. Определение по МАЕ часовых углов и склонений навигационных планет 107

5.4.3. Задачи на вычисление экваториальных координат светил: 109

а) Задачи на вычисление экваториальных координат звезды 109

б) Задачи на вычисление экваториальных координат Солнца 110

в) Задачи на вычисление экваториальных координат Луны . 111

г) Задачи на вычисление экваториальных координат навигационных планет 112

Контрольные вопросы. 113

Глава 6. Параллактический треугольник светила. 116

6.1. Основные формулы сферической тригонометрии 116

6.1.1. Параллактический треугольник светила, его элементы. 116

6.1.2. Основные формулы сферической тригонометрии.. 117

6.2. Вычисление горизонтных координат светила по таблицам логарифмических функций «Мореходных таблиц (МТ-75)» 119

6.3. Вычисление высот и азимутов светил по таблицам «ТВА-57». 121

6.3.1. Назначение и устройство таблиц для вычисления высоты и азимута (ТВА-57) 121

6.3.2. Методика расчета счислимых высоты и азимута светила по таблицам «ТВА-57». 123

6.3.3. Методика расчета счислимых высоты и азимута светила по таблицам «ТВА-52». 125

6.3.4. Задачи на вычисление горизонтных координат светил по таблицам «ТВА-57» (ТВА-52). 126

6.4. Вычисление высот и азимутов светил по таблицам «ВАС-58». 127

6.4.1. Назначение и устройство таблиц «Высоты и азимуты светил (ВАС-58)». 127

6.4.2. Методика расчета счислимых высоты и азимута светила по таблицам «ВАС-58».	128
6.4.3. Задачи на вычисление горизонтных координат светил по таблицам «ВАС-58» (т. 4)	133
Контрольные вопросы.	134
Глава 7. Определение поправки компаса по небесным светилам. Освещенность морского горизонта..	136
7.1. Определение поправки компаса по небесным светилам	136
7.1.1. Общие положения..	136
7.1.2. Определение поправки компаса по Полярной звезде.	137
7.1.3. Упрощенный способ определения $\square K$ по Полярной звезде.	139
7.1.4. Определение поправки компаса по видимому восходу (заходу) Солнца с использованием Мореходных таблиц	140
7.1.5. Задачи на вычисление поправки компаса ($\square K$) по небесным светилам:..	143
а) Задачи на вычисление поправки компаса ($\square K$) по звезде..	143
б) Задачи на вычисление поправки компаса ($\square K$) по Солнцу...	144
в) Задачи на вычисление поправки компаса ($\square K$) по звезде Полярная..	145
г) Задачи на вычисление поправки компаса ($\square K$) по-видимому восходу или заходу Солнца ...	146
7.2. Освещенность морского горизонта.	147
7.2.1. Общие положения	147
7.2.2. Задачи на вычисление судового времени восхода и захода Солнца.	152
Контрольные вопросы.	153
Глава 8. Звездный глобус. Звездное небо.	156
8.1. Звездный глобус.	156
8.1.1. Устройство звездного глобуса	156
8.1.2. Установка звездного глобуса по широте и по звездному местному времени наблюдателя.	158
8.1.3. Определение наименования наблюдавшейся, но визуально неопознанной звезды	159
8.1.4. Нанесение на звездный глобус навигационных планет.	160
8.1.5. Подбор по звездному глобусу звезд для наблюдений	160
8.1.6. Определение по звездному глобусу азимута восхода (захода) Солнца	162

8.1.7. Задачи на опознавание звезд по звездному глобусу 163

8.2. Звездное небо 163

8.2.1. Классификация звезд. 163

8.2.2. Созвездия и звезды Северного полушария. 165

8.2.3. Созвездия и звезды Южного полушария. 172

Контрольные вопросы. 175

Глава 9. Навигационный секстан. Измерение углов и высот светил.. 178

9.1. Принцип действия, устройство и правила эксплуатации СНО. 178

9.1.1. Краткая история навигационного секстана. 178

9.1.2. Принцип действия навигационного секстана 181

9.1.3. Устройство и правила эксплуатации навигационного секстана 183

9.2. Выверки навигационного секстана. 185

9.2.1. Проверка параллельности оптической оси зрительной трубы плоскости 185

5

азимутального лимба.

9.2.2. Проверка перпендикулярности большого зеркала плоскости азимутального лимба. 186

9.2.3. Проверка перпендикулярности малого зеркала плоскости азимутального лимба 187

9.3. Определение поправки индекса навигационного секстана 188

9.3.1. Общие положения 188

9.3.2. Определение поправки индекса секстана по звезде. 188

9.3.3. Определение поправки индекса секстана по Солнцу. 189

9.3.4. Контроль точности определения поправки индекса секстана по Солнцу.. 191

9.3.5. Определение поправки индекса секстана по видимому горизонту 192

9.3.6. Задачи на вычисление поправки индекса навигационного секстана по Солнцу. 193

9.4. Измерение высот светил и углов навигационным секстаном 193

9.4.1. Измерение высоты звезды. 193

9.4.2. Измерение высоты нижнего края Солнца 195

9.4.3. Измерение горизонтального угла между ориентирами.. 197

9.4.4. Измерение вертикального угла ориентира.. 198

Контрольные вопросы. 200

Глава 10. Исправление измеренных высот светил 202

10.1. Исправление высот светил, измеренных навигационным секстаном. 202

10.1.1. Общие положения 202

10.1.2. Поправка за наклонение видимого горизонта. 202

10.1.3. Поправка за астрономическую рефракцию. 204

10.1.4. Поправка за параллакс светила 206

10.1.5. Поправка за видимый полудиаметр светила. 207

10.1.6. Расчет истинных высот светил. 210

10.1.7. Задачи на исправление высот светил, измеренных навигационным секстаном 214

10.2. Частные способы измерения высот светил навигационным секстаном. 215

10.2.1. Измерение высоты светила способом «через зенит» 215

10.2.2. Измерение высоты светила «над урезом воды» 215

10.2.3. Измерение высоты светила «в искусственный горизонт». 217

Контрольные вопросы. 218

Глава 11. Основы определения места судна в море методом высотных линий положения. 220

11.1. Навигационная изолиния и линия положения. 220

11.2. Круг равных высот (КРВ) 223

11.3. Метод высотных линий положения.. 226

11.3.1. Высотная линия положения и ее элементы. 227

11.3.2. Определение обсервованных координат места судна на путевой карте 229

11.3.3. Расчет обсервованных координат места судна на астрономическом бланке. 230

11.3.4. Правила определения наименования (знака) $\square\square$ и $\square\square$ 234

11.3.5. Примеры расчета обсервованных координат по элементам ВЛП 235

11.3.6. Задачи на расчет обсервованных координат места судна по элементам двух высотных линий положения. 238

Контрольные вопросы. 239

Глава 12. Определение места судна в море по высотам светил 241

12.1. Общие положения. Обоснование способа. 241

12.2. Приведение высот светил к одному зениту. 242

12.2.1. Общие положения 242

12.2.2. Задачи на вычисление поправки за приведение высот светил к одному (последнему) моменту при определении места судна по высотам двух звезд	244
12.3. Практическое выполнение способа определения места судна в море по высотам двух светил (звезд)..	244
12.3.1. Задачи на вычисление обсервованных координат места судна по высотам двух звезд.	246
12.3.2. Оценка точности обсервованного (по высотам двух светил) места судна.	247
12.3.3. Задачи на вычисление радиальной (круговой) СКП обсервованного по высотам двух светил) места судна..	248
12.4. Определение места судна в море по высотам Солнца..	249
12.4.1. Обоснование способа.	249
12.4.2. Оценка точности счислимо-обсервованного места судна по Солнцу.	250
12.4.3. Практическое выполнение способа определения места судна по Солнцу...	252
12.4.4. Задачи на вычисление счислимо-обсервованных координат места судна по высотам Солнца	253
12.4.5. Задачи на вычисление радиальной (круговой) СКП счислимо-обсервованного (по Солнцу) места судна	254
Контрольные вопросы.	256
Глава 13. Определение места судна в море по одновременным наблюдениям 3-4-х светил	258
13.1. Общие положения	258
13.2. Отыскание вероятнейшего места судна в фигуре погрешности при наличии только систематических погрешностей	259
6	
13.3. Отыскание вероятнейшего места судна в фигуре погрешности при наличии только случайных погрешностей	261
13.4. Отыскание вероятнейшего места судна в фигуре погрешности при наличии и систематических и случайных погрешностей.	262
13.5. Практическое выполнение способа определения места судна в море по высотам трех звезд и оценка точности обсервации	263

13.6. Определение места судна в море по высотам 4-х светил.	264
13.6.1. Примеры нахождения вероятнейшего места судна в фигуре погрешностей.	266
13.6.2. Задачи на вычисление обсервованных координат места судна по высотам трех звезд при наличии фигуры погрешностей	272
Контрольные вопросы.	274
Глава 14. Частные случаи использования небесных светил для целей судовождения.	276
14.1. Определение широты места судна по высоте Полярной звезды.	276
14.1.1. Общие положения	276
14.1.2. Практическое выполнение способа	278
14.1.3. Упрощенный способ определения обсервованной широты по высоте Полярной звезды..	279
14.1.4. Задачи на вычисление обсервованной широты по высоте Полярной звезды	281
14.2. Определение широты места судна по меридиональной высоте светила	285
14.2.1. Общие положения..	285
14.2.2. Практическое выполнение способа..	286
14.2.3. Задачи на вычисление судового времени верхней кульминации Солнца..	288
14.2.4. Задачи на вычисление обсервованной широты места судна по меридиональной высоте Солнца	289
14.3. Особенности определения места судна по Солнцу в тропиках (при $h \square \square 88 \square$).	290
14.3.1. Общие положения	290
14.3.2. Практическое выполнение способа	290
Контрольные вопросы.	292
Глоссарий	295
Приложение 1. Ежедневные таблицы МАЕ-2010 (выдержка).	304
Приложение 2. Звезды. Видимые места, 2010 г. (выдержка).	319
Приложение 3. Азимут Полярной до 2020 г. (выдержка)..	320
Приложение 3А. Азимут Полярной на 2010 г. (выдержка).	321
Приложение 4 а) Широта по высоте Полярной, 2010 (I поправка).	322
Приложение 4 б) Широта по высоте Полярной, 2010 (II поправка).	323
Приложение 4 в) Широта по высоте Полярной, 2010 (III поправка)	324

Приложение 5. Таблицы поправок к моментам восхода и захода Солнца и Луны, сумерек и кульминаций светил.:. 325

Приложение 5 а) Поправка за широту 325

Приложение 5 б) Поправка за долготу 326

Приложение 6. Таблицы для исправления измеренных высот светил: 327

Приложение 6 а) Поправка высоты светила за наклонение зрительного луча . 327

Приложение 6 б) Поправка высоты светила за наклонение видимого горизонта . 328

Приложение 6 в) Общие поправки высот нижнего и верхнего края Солнца . 328

Приложение 6 г) Поправка высоты звезды или планеты за рефракцию 329

Приложение 6 д) Дополнительная поправка высоты Венеры и Марса за параллакс 329

Приложение 6 е) Полудиаметр Солнца . 330

Приложение 6 ж) Поправка высоты светила за температуру воздуха 330

Приложение 6 з) Поправка высоты светила за давление воздуха . 330

Приложение 6 и) Поправка высоты Солнца за среднюю астрономическую рефракцию и параллакс 331

Приложение 6 к) Поправка высоты нижнего края Луны 332

Приложение 6 л) Поправка высоты верхнего края Луны 333

Приложение 6 м) Приведение высот к одному зениту 334

Приложение 6 н) Горизонтальный экваториальный параллакс Луны на июнь 2010 г. 334

Приложение 6 о) Изменение высоты светила за одну минуту времени . 335

Приложение 7. Таблица для перевода дуговой меры во временную и обратно 336

Приложение 7 а) Градусы 336

Приложение 7 б) Минуты дуги. 336

Приложение 7 в) Десятые доли минуты дуги. 336

Приложение 8. Основные интерполяционные таблицы (ОИТ) МАЕ (выдержка) 337

Приложение 9. Список звезд по созвездиям (выдержка). 343

Приложение 10. Список собственных имен звезд . 345

Приложение 11. Ежедневные таблицы МАЕ-2010 для расчета времени восхода и захода Солнца (выдержка). 347

Приложение 12. Продолжительность гражданских сумерек 348

Приложение 12 а) Склонение Солнца одноименно с широтой места .	348
Приложение 12 б) Склонение Солнца разноименно с широтой места ..	348
7	
Приложение 13. Продолжительность навигационных сумерек .	349
Приложение 13 а) Склонение Солнца одноименно с широтой места .	349
Приложение 13 б) Склонение Солнца разноименно с широтой места .	349
Приложение 14. Азимуты видимого восхода или захода верхнего края Солнца .	350
Приложение 14 а) Склонение Солнца одноименно с широтой места..	350
Приложение 14 б) Склонение Солнца разноименно с широтой места.	350
Приложение 14 в) Разность между азимутами восхода (захода) нижнего и верхнего Краев Солнца .	351
Приложение 14 г) Азимут истинного восхода (NE) и захода (NW) светила	352
Приложение 15. Таблица для вычисления высоты и азимута светил (ТВА-52)	353
Приложение 16. Гринвичский часовой угол точки Овна. (до 2020 г.). .	367
Приложение 16 а) Гринвичский часовой угол точки Овна на 1990 г. на ТГР=0 .	367
Приложение 16 б) Поправка часового угла точки Овна за часы, минуты и секунды	368
Приложение 16 в) Поправка часового угла точки Овна на год наблюдения	368
Приложение 17. Экваториальные координаты навигационных звезд. ..	369
Приложение 17 а) Звездное дополнение $\tau^* = 360^\circ - \alpha^*$	369
Приложение 17 б) Склонение δ^* .	370
Приложение 18. Изменение склонения Солнца в течении года	371
Приложение 19. Восход (заход) Солнца в Киеве	372
Приложение 20. Возраст Луны и даты сизигий. Табл. 3.17 «МТ-2000» с.	349 373
Перечень литературы	374
Инструкция по использованию электронного учебника.	376